菇類採收後保鮮處理技術

林慧玲[1,*]

[1]國立中興大學園藝學系

[*]電子信箱:hllin@dragon.nchu.edu.tw

摘要

菇類與其他園產品相較之下有較高的呼吸速率，代謝活性高，採收後極易劣變，保鮮不易。影響菇類貯藏壽命的因子包含：溫度、水分、氣體環境、採收時期和病原菌感染。主要的劣變症狀有失重、菌傘開張、菌柄生長、組織呈水浸狀與褐化等。一般菇類採收後有極高之呼吸率及失水率，使品質快速下降，即使在低溫下，其貯藏壽命亦只有數日而已，杏鮑菇亦然。本文以杏鮑菇爲研究材料，開發保鮮技術，內容含貯藏溫度、包裝方式、材質及抗褐化技術等，此技術的應用可使杏鮑菇櫥架或貯藏壽命延長3倍，約達42日，因此無論在外銷或銷售過程皆可降低損耗及保持品質。

關鍵字: 杏鮑菇、氣變包裝、保鮮

緒言

菇類與其他園產品相較之下有較高的呼吸速率，其代謝活性高，採收後極易劣變，保鮮不易。影響菇類貯藏壽命的因子包含：溫度、水分、氣體環境、採收時期和病原菌感染。主要的劣變症狀有失重、菌傘開張、菌柄生長、組織呈水浸狀與褐化等[(15)]。近年來，由於菇類的營養成分與有益健康，使其在生鮮市場上的產量與消費日趨增加[(12)]，因此在貯藏與銷貨市場期間，如何改善品質與延長櫥架壽命即成爲一重要課題。菇類爲易於腐爛的商品，當置於常溫下，會產生高呼吸率與失水，造成品質快速劣變。

(一)低溫處理

菇類採收後於室溫下品質快速劣變，產生的現象有失水、菇傘的開張、菌柄的伸長和褐變等。而低溫可以減低呼吸率、蒸散速率及乙烯的生成速率，因此可減緩後熟及衰老的速度，另外，造成園產品腐損的病原菌在低溫下生長緩慢，因此可使腐爛減少或較慢[9]。Burton與Noble[16]的研究中發現在5℃的貯藏溫度下，菌傘的開張速度要比18℃下慢，並且有較長之壽命；在生理影響方面，Murr與Morris[33]的研究顯示，低溫可以有效降低採收後菇體之生理活性，延緩其老化過程的進行。

(二)改變氣體組成

氣調貯藏(controlled atmosphere storage, CA storage)即指控制貯藏環境中之溫、溼度及氧氣、二氧化碳濃度的貯藏方法。氣調貯藏由Kidd和West兩位學者所發現，學者根據植物呼吸作用的化學方程式：$C_6H_{12}O_6+O_2\rightarrow 6CO_2+6H_2O$，降低貯藏環境之氧氣，提高二氧化碳，可降低果實的呼吸率(劉，1995)和代謝速率，進而增加貯藏壽命[25]。氣調貯藏對園產品生理與生化之影響極大，除影響呼吸代謝之外，乙烯生合成、有機酸、碳水化合物及其他生理代謝產物、攜的合成及其活性、氣味物質、糖解作用及無氧代謝，以及對各種後熟作用等均有影響[2]。

(三)簡易包裝

利用不同氣體通透能力及產品填充率的塑膠袋，以達成不同氣體環境之包裝方式稱為氣變包裝(Modified atmosphere package, MAP)。若選擇適當氣變包裝的材質，則袋內氧氣逐漸被產品呼吸利用而減少，並增加二氧化碳的濃度，最終達某一平衡點，而具氣調貯藏的效果。塑膠袋對水蒸氣和氣體的滲透性是受塑膠袋的化學組成和厚度所影響。至於合者較適合，Sveine等人[40]在塑膠袋材料的試驗中證明，只有箔型(foil types)能擴散充分的氧氣，期中以polyethylene foil效果較好。氣調包裝(MAP)被認為是延長菇類櫥架壽命之最經濟且有效的方法[41]，在產品包裝內，高濕度、低氧、高二氧化碳下可降低菇類呼吸率與生理變化而達保鮮之效果[24]。

例如，蠔菇先以0.5%氯化鈣與0.5%檸檬酸沖洗，再用內含3克氧化鎂做爲二氧化碳吸收劑之低密度聚乙烯袋(0.015 mm)包裝，放在8℃，相對溼度70%下可使貯藏時間從6天延長爲12天[23]；而以聚乙烯袋(60μm)、EVA(2%)或陶製薄膜(含5%沸石)來進行氣變處理蠔菇，貯藏在0℃時，櫥架壽命可達8-11天，5℃

下為4-6天，10℃下為2-3天，在20℃時只能維持1-2天[17]。另外，利用其他不同低密度聚乙烯包裝材質，Vileda Freshmate (10μm)與PE 52LV Amcor (90μm)，可維持蠔菇、鳳尾菇之品質達7天，杏鮑菇則可延長至11天[38]。在蘑菇上，若以施加親水性薄膜(hydrophilic fims)來進行氣變包裝，反而會出現過高濃度的二氧化碳分壓而造成品質變差[15]；而香菇在低密度聚乙烯或聚丙烯氣變包裝下，高濃度(超過9%)二氧化碳會提高腐敗率，反而在一般大氣下，貯藏壽命較長，顯示香菇較其他菇類對二氧化碳敏感[13]；但若使用大孔隙材質來進行包裝(9×10^3孔隙/ m^2，$0.1mm^2$表面)，則可延長香菇櫥架壽命達6天[11]；洋菇利用2.5%二氧化碳與10-20%氧氣進行氣變處理，可降低微生物數量與改善洋菇外觀品質，但若使用15%二氧化碳、低於1%氧氣則會抑制菇類開傘並大量減少微生物生長[10]。

以下介紹各種菇類保鮮研究。

一、杏鮑菇：

1.利用PE袋包裝可有效減低杏鮑菇之呼吸率，且呼吸率均低於EVA膜包裝。0.08mm PE袋包裝可減緩呼吸、多酚氧化酵素(PPO)活性及酚類化合物之累積並阻隔氧氣之通透，具較佳之氣變包裝效果，可延長杏鮑菇貯藏壽命及販售品質。包裝紙箱內襯PE塑膠袋再裝入EVA膜保麗龍承盤小包裝扭結包裝，可增加貯運壽命，避免菇體褐化劣變、減少損耗。

2.杏鮑菇採後保鮮處理流程：新鮮杏鮑菇採後進行預冷，以1-MCP於冷溫(15℃)下處理24小時，以果盤及低密度保鮮膜包裝並以紙箱內襯0.08 mm厚塑膠袋扭結包裝溫度1℃可維持約6週之貯藏品質，失重率約0.5%。

二、金針菇：

1.低溫：

金針菇呼吸率隨溫度之升高而增加，3℃下約100mg CO_2/Kg・hr，10℃下180mg CO_2/Kg・hr，而20℃和30℃分別為600mg CO_2/Kg・hr和750mg CO_2/Kg・hr。此外金針菇之乙烯產量極低。隨著貯藏溫度的增加，金針菇呼吸率顯著上升而減低了其貯藏壽命，在3℃的環境下，金針菇的貯藏壽命為5天，30℃下僅有1天。於試驗期間發現高溫下開傘速度較快，且褐變情形嚴重[6]。

2.濕度：

在高濕(90-95% RH)的環境之下與低濕(65-70% RH)環境相較有較高之呼吸率。且菇傘易呈水浸狀而菇柄易軟化，腐爛嚴重；若環境溼度太低，則菇柄呈現乾枯狀態[6]。

3.氧氣及二氧化碳：

在5℃下，以不同的氧氣濃度做實驗，結果顯示1 %氧氣效果最好，可延長貯藏壽命至19天，0.5 %氧氣則爲14天。此外當氧氣濃度低於2 %時，可以顯著降低菇傘的開張及延緩褐變的發生，若氧氣低於0.5 %以下則容易造成低氧傷害[6]。在5℃及1 %氧氣條件下，使用不同濃度二氧化碳，結果顯示高的二氧化碳濃度效果較好，1 %氧氣搭配40 %二氧化碳可使貯藏壽命達55天之久。但需注意過高的二氧化碳濃度反而會減低其貯藏壽命，但二氧化碳較低，在貯藏其間會有菇柄伸長及褐變的情形[6]。

4.包裝：

以0.05mm PE塑膠袋填充不同濃度的氧氣及二氧化碳，同樣以1%氧氣搭配40%二氧化碳效果最好(5℃)，貯藏20天後期袋內氧氣仍維持1.5%-2%左右[6]。

5.其他保鮮方法：

以二氧化碳短時間處理後以0.05 mm PE塑膠袋包裝並貯藏於5℃，結果以二氧化碳處理6和12小時效果最佳，可使貯藏時間分別延長至52和50天。此外學者指出在此條件下，導致褐化的PPO酵素活性最低。

比較不同的保鮮處理法，簡易包裝、眞空包裝、充氣包裝(1 %氧氣搭配40 %二氧化碳)和二氧化碳短時間處理(二氧化碳處理6小時，5℃)，其保鮮效果依序爲二氧化碳短時間處理(二氧化碳處理6小時，5℃) > 充氣包裝(1 %氧氣搭配40 %二氧化碳，5℃) > 眞空包裝 > 簡易包裝[6]。

6.綜合以上，許[6]指出金針菇以充氣包裝(1 %氧氣加40 %二氧化碳)、眞空包裝或以100 %二氧化碳短時處理6小時後再以PE 0.05 mm塑膠袋包裝，1℃下之貯藏壽命分別爲54天、45天及60天，皆有良好之效果。

三、鴻喜菇:

1.低溫：

鴻喜菇採收後仍會持續的生長，以低溫貯藏可以減緩鴻喜菇菇傘及菇柄生長的情形，並減少失重，此外還可延後菇體空洞化及空中菌絲出現的時間，減少失重率和呼吸率，以0℃有最好的效果[5]。

2.二氧化碳和氧氣：

提高二氧化碳濃度與低氧可延遲菇體發生空洞化之情形，但是提高二氧化碳濃度則會使空中菌絲提前出現，在低溫下此現象尤爲明顯，此外過高二氧化碳處理(40% 二氧化碳)在低溫貯藏時會使菇體的失重率高於對照組。在低溫下貯藏，低氧雖可降低失重率與呼吸率，然過低的氧氣含量(0% 氧氣)則會使

鴻喜菇進行無氧呼吸，而出現酒精的不良氣味。由此可知低氧及高二氧化碳雖可延緩菇體空洞化的出現，但在其他生理變化的抑制上不若低溫有效，但可加強低溫的效果[5]。

3.包裝：

鴻喜菇以PP、PE與PVDC三種不同材質包裝，可以有效降低菇體之失重率，且可延緩菇柄空洞化與空中菌絲之發生，配合低溫0°C將可提升貯藏效果[5]。

四、洋菇：

1.低溫：

洋菇在室溫下的貯藏壽命極短，僅3、4天，因其沒有角質層的保護使其易受到物理或微生物的傷害，或導致水分的流失[30]。低溫對於洋菇呼吸率有極顯著的效果，貯存於1°C下之洋菇其呼吸率僅約爲20°C下的三分之一，分別爲45 mg CO_2/Kg · hr 和180mg CO_2/Kg · hr[3]。Murr與Morri[33]亦指出5°C下7天貯藏期的洋菇開傘情形並不超過18°C下貯藏2天的發展，且在0°C貯溫下菌柄生長極緩慢。學者發現以不同的溫度貯藏洋菇，蛋白質水解酵素的活性會隨著採收後日數的增加而升高，但隨著貯存溫度的降低，其活性上升的速率顯著降低，因此低溫可有效抑制蛋白質的分解。

2.氧氣和二氧化碳：

以25%或50%二氧化碳處理可以顯著抑制菇柄基部切口處之變色和菇柄之褐化[33]。Sveine等人[40]建議將洋菇貯放於高二氧化碳、低氧及低溫的條件下可以防止菌傘的開張，且在0.1%氧氣、5%二氧化碳的環境下有最佳之貯藏效果[16]。

3.包裝：

利用不同氣體通透能力及產品塡充率以達成不同氣體環境之氣變包裝爲目前洋菇貯藏之主要應用方式。Gormley與MacCanna[21]認爲洋菇可利用PVC薄膜包裝來延長儲架壽命。利用10-12%二氧化碳與1-2%氧氣來進行包裝, 貯藏於18°C會使菇類菌傘開張及腐壞較慢。Sáray等人[39]研究洋菇以不同包裝膜孔隙度及眞空充氮包裝，貯藏7天後，以包裝膜孔隙3%組可售性最佳，未包裝組外觀品質最差、過氧化攜增加最多至73%；顏色方面未包裝與不具孔隙眞空與充氮組變化最多。

洋菇的採後生理與孢子發育有關[15]。採後貯藏期間，洋菇壞的主要過程與子實體發育有關，如菌環破裂、菌柄延長、菌傘開裂、菌摺組織擴張與孢子形

成[18]。這些現象會伴隨著菌傘與菌摺褐化而失去外觀。雖然洋菇的氣變包裝已被研究超過30年，但對於合適的氣壓條件很少有一致的認同。

Varoquaux[42]認爲菇類分解作用不只受氧氣分壓(0.1-20 kPa)影響，也受二氧化碳分壓影響(0-20 KPa)。因此，學者認爲氣調或氣變會降低菇類的呼吸率及代謝消耗。然而，其他實驗證實二氧化碳分壓在5-20 KPa時，會抑制菌傘張開，可能是因爲有氧呼吸受到抑制[16]，進而抑制內生生長調節劑或二氧化碳扮演一調節者，影響菌絲生長與菇類型態發生[37]。根據Sveine[40]試驗，高二氧化碳與低氧濃度會抑制菌傘張開。這些作者指出有最長櫥架壽命之最適氣壓爲0.1%氧氣與5%二氧化碳。相對的，Murr與Morris[33]提及0%氧氣會抑制菌傘擴張與菌柄生長，而5%氧氣在貯藏10℃ 7天後，會促進菌傘擴張與菌柄生長。此外，5%二氧化碳會刺激菌柄延長但會抑制菌傘生長。另一方面，根據Lopez-Briones [29]提及，氣調貯藏的最適條件爲2.5-5%二氧化碳與5-10%氧氣，氧氣濃度無二氧化碳重要。根據這些作者指出，二氧化碳濃度高達5%時，會減緩菇類成熟，褐化與抑制質地變質。然而，二氧化碳濃度超過5 %時，可能會導致菌傘內部與外在褐化。Roy[37]提到，包裝內最適氧氣濃度爲6 %可降低菌傘發育。降低貯藏期間包裝內氧氣濃度並不會影響菇類褐化的酵素。

Nichols與Hammond[34]利用PVC薄膜或結合多微孔薄膜來包裝菇類。達穩定狀態時氧氣濃度較低(＜10%)，二氧化碳濃度較高(＞10%)。氧氣濃度在5%時可抑制菌傘打開。更進一步降低氧氣濃度並不會降低成熟指數。Burton[16]利用聚丙烯結合多孔薄膜包裝菇類，貯藏在18℃ 4天。增加多孔薄膜會造成氧氣濃度較高，抑制無氧狀態。增加多孔薄膜也會造成菇類成熟指數較高，亦有較高的代謝活性，主要是因爲較高的氧氣濃度與較低的二氧化碳濃度。

多孔薄膜可抑制包裝內過多的二氧化碳濃度累積與氧氣消耗。較低滲透的薄膜會延緩菇類成熟，抑制菌環腐壞，但會促進內部與外部褐化，可能是因爲二氧化碳傷害。利用較低滲透性的薄膜包裝菇類，貯藏在4℃，貯藏時間約爲1週。

4.眞空預冷(vacuum cooling)：

廣泛的運用在許多農產品上，在美國，許多的商業生產的洋菇也使用眞空冷卻。眞空冷卻能快速整齊的降低洋菇的溫度，但其所需的花費較高且可能導致重量的流失。

五、蠔菇

1.氣變包裝

根據Villaescusa與Gil[43]指出，蠔菇貯藏期間之腐壞主要爲顏色改變，其酵

素褐化所致，而細胞生長與水分滲入會造成軟化與海棉質地產生。蠔菇貯藏於0℃ 7天後，其質地與顏色無明顯變化，然而貯藏於4℃或7℃ 7天後，會發生質地損失與嚴重變色褐化。Popa[36]指出，氣變貯藏最有效的成分爲1 kPa氧氣與5 kPa二氧化碳濃度，貯藏於4℃下14天。Henze[22]亦利用MAP包裝蠔菇，貯藏在1℃ 94%RH，其氧氣、二氧化碳濃度不同。當蠔菇貯藏在較高濃度二氧化碳時，口感品質較佳。30%二氧化碳比20%或10%二氧化碳品質佳。最佳的品質狀態爲氧氣濃度低於1 %及結合30 %二氧化碳。在這些情況下，菇類品質可維持10天。Villaescusa與Gil[43]評估負MA包裝，貯藏在4℃，利用LDPE、PVC與多孔薄膜包裝(MPP1)。貯藏7天後，最好的視覺品質爲菇類利用PVC包裝。然而，貯藏在PVC或LDPE包裝下會有異味產生，可能是因爲包裝內氧氣濃度降至2kPa以下，而導致發酵所致。利用多孔薄膜包裝會造成視覺外觀品質降低，主要是因爲包裝內有較高的凝結，造成組織內含有較高水分。因此，MA包裝會造成無氧或二氧化碳逆境或水分凝結，須研發較高滲透之薄膜以延長菇類儲架壽命。這些學者增加MPP多孔區域，來測試較高滲透性的多孔薄膜(MPP2)。此薄膜平衡的氣壓爲氧氣12-15kPa，二氧化碳爲5kPa，能維持蠔菇儲架壽命。

六、香菇：

1.低溫：

低溫可減緩香菇子實體之失重率，2006年蒙氏研究指出，以不同溫度貯藏香菇，結果以1、3、6和9℃表現最佳，貯藏至第7天失重率均在30%以下，然而6和9℃分別貯藏至第8和第7天已有孢子釋出。孢子的出現表示香菇菌傘已完全開張，並且開始釋放孢子，此時香菇已不具商品價值。低溫貯藏中又以3℃最好，孢子在貯藏29天後出現，此時失重率爲49%，1℃下貯藏至第24天即出現菌傘開張孢子掉落之情形，且失重率已達60%[8]。

2.低氧：

低氧處理可減輕貯藏期間香菇子實體劣變，包含菌褶及菌傘褐化、菌傘出現皺縮和點狀凹陷等不良外觀。此外還能顯著降低香菇之呼吸率，在室溫25℃環境下貯藏於0.5%氧氣3天後，菇體完好，劣變率爲0%，呼吸率由貯藏第一天的303 ml/kg · hr下降至27ml/kg · hr。增加氧氣濃度至2.8%則劣變率上升至78%，呼吸率由251ml/kg · hr下降至131ml/kg · hr。低氧處理也能顯著減緩菇體之失重率，貯存於室溫25℃、0.5%氧氣下3天，失重率爲1.67%；氧氣濃度2.8%，失重率爲4.6%。增加氧氣濃度至19.7 %，則失重率上升至7.1 %[8]。

3.包裝：

南出等人[4]研究指出沒有包裝及孔數多之有孔包裝的香菇，其因自身之蒸散作用強，故萎凋及劣變速度快。不密封包裝的香菇在10℃下貯藏5天和0℃下貯藏三星期之後就發生褐變，而香菇以100μm PE袋密封包裝貯藏於0℃下，在四星期之貯藏期間並沒有觀察到褐變的發生[1]。黃氏於2004年研究發現，香菇以塑膠盤盛裝並以南亞保鮮膜(PVC)包裝，在低溫下可顯著減少香菇菇體之失重率及腐爛率。貯藏於5℃下70天失重率僅11.21%，但貯藏至第50天已開始出現腐爛的情形；0℃、2℃下40天則分別爲6%、5%，且貯藏至第100天仍無腐爛之現象。

4.綜合以上，香菇在低溫(3-5℃)下配合低氧處理(0.5%)，可有效減緩香菇之劣變，增加貯藏壽命，約可貯藏29天，配合保鮮膜包裝更可顯著降低菇體失重率。

5.MA包裝：

Parentelli[35]學者指出，利用MA或多孔薄膜包裝，香菇的儲架壽命會受到限制，因爲口感特性的改變，主要是因爲香菇代謝活性而不是微生物生長。嗜氧的細菌數、酵母菌及黴菌在貯藏一開始數量即降低，之後在整個貯藏期間仍維持很低的數量。根據Minamide[31]，香菇貯藏期間品質下降與其褐化有關。此外，其他作者也提到香菇損壞，其菌摺會開始褐化且不一致，菌傘不堅實且表面不一致，出現深色區域之增加。

關於香菇的MA包裝之報告結果很矛盾。Gong[20]學者指出，利用聚乙烯袋MA包裝會抑制香菇褐化。褐化之抑制並不是因爲高二氧化碳與低氧，是因爲在高二氧化碳與低氧下香菇組織內，有內生酒精累積。此外，Kim[27]指出，適當的CA狀況下(2%氧氣與2%二氧化碳)，可延長香菇儲架壽命，是因爲呼吸率與酒精、乙醛產生。另一方面，Lee[28]認爲，香菇貯藏在較厚的薄膜，會失去風味，是因爲包裝內低氧濃度，造成酒精、乙醛之產生。

Ares[13]與Parentelli[35]評估貯藏在5℃下，正壓與負壓MA包裝在聚乙烯與聚丙烯袋之情形。對照組爲一多孔常見的聚丙烯薄膜，包裝內氣壓維持與大氣組成分一樣。無論是正壓或負壓MA包裝皆會造成香菇感官品質明顯比對照組腐壞。PE和PP包裝會造成風味失去，可能是因爲包裝內低氧濃度(1.3%)所致。雖然在多孔包裝下的香菇，有較低的腐壞，但因爲包裝內有較高的氧氣濃度與較低的二氧化碳濃度，使香菇有較高的呼吸率。因此，這些作者指出，香菇腐壞速率主要是因爲高二氧化碳濃度造成生理傷害。Parentelli[35]指出二氧化碳濃度

高於5.4%時，可能會造成生理傷害，且香菇比其他菇類對於二氧化碳更爲敏感。香菇具有高呼吸率，薄膜包裝無法使氣體穿透，而產生低氧高二氧化碳狀態，造成其生理傷害。因此，須進一步研究評估利用更高滲透性薄膜與不同的氧氣/二氧化碳比例結合之包裝，降低代謝活性且無二氧化碳對品質造成之影響。

Ares[13]與Parentelli[35]指出二氧化碳濃度高於10 %以下會造成生理傷害，但Minamide[31]指出40%二氧化碳爲香菇進行CA貯藏之最佳條件。不同的結果可能是因爲香菇的不同發育程度對二氧化碳的敏感程度不一樣所致。市場上的香菇有兩個採收階段，早期階段爲菌傘未開，後期階段爲菌傘裂開出現白色內部部分。香菇不同發育階段對二氧化碳濃度反應不同[19]。在日本香菇在後期階段採收，在烏拉圭則是在早期階段採收，此可解釋不同採收階段會造成結果不同。因此，須更一步研究評估MA包裝對不同發育階段之香菇二氧化碳敏感性與反應。

結 論

菇類是近年來消費者喜愛鮮食之健康食品。但是，菇之高腐壞率及櫥架壽命短，限制市場流通及分佈，難以拓展銷售範圍。利用氣變包裝及冷藏可延長櫥架壽命，有利於提升流通市場分佈，具有商業利用價值。但是氣變包裝必須注意，因不當氣變下可能沒有保鮮效果，反而縮短櫥儲架壽命，需考慮包裝膜的透氣性(permeability)及菇之呼吸速率對影響MA之效應具有決定性，但有關膜之通透性與菇之呼吸率之基本資料在一般貯藏溫度及大氣下之研究仍很少。

一般聚合之膜似乎不足以將菇類高呼吸作用做補償，MA包裝利用這些膜，可造成高二氧化碳及低氧之生理障礙，產生菇腐損，隨著microperforated及macroperforated膜之發展，可提供在密閉袋中菇類之氧氣需求，維持包裝袋內穩定的大氣成分，使櫥架壽命延長，這種包裝膜之利用在洋菇及蠔菇上均是有利的。氣變包裝若適當的設計，可得到菇類保鮮之效果，但研究需提供訊息以便去尋找使菇類代謝活性降低且不會產生二氧化碳傷害而影響品質之條件。未來可評估高通透性microperforated及macroperforated膜之利用性及對MAP氧氣及二氧化碳組合對新鮮菇類保鮮研究將是重要課題。

引用文獻

1. 山口優一、山下市二、青木章平. 1988. 栽培農家におけるシイタケの鮮度保持に關する研究。(第3報)シイタケのフイルム密封貯藏中及び開封後のポリフエノールオキシダーゼ活性の變化. 日本食品低温保藏學會誌. 14:59-62。
2. 王建一、王自存. 1988. 大氣成分對園產品生理與生化之影響. 中國園藝. 34:220-248.。
3. 李堂察、俞永標. 1983. 人工大氣和一氧化碳對洋菇之保鮮效果. 中國園藝 29:204-214。
4. 南出隆久、西川哲夫、緒方邦安. 1980b. シイタケの鮮度保持に關する研究. 日食工誌 27:498-504。
5. 孫億誠. 2001. 鴻喜菇採收後品質劣變與保鮮方法之研究. 國立中興大學園藝學系碩士論文。
6. 許文俐. 1990. 香菇與金針菇保鮮處理之研究. 國立中興大學園藝學系碩士論文。
7. 黃依玲. 2004. 溫度及包裝對新鮮香菇保鮮效果之影響. 國立嘉義大學農學研究所碩士論文。
8. 蒙家嬋. 2006. 香菇保鮮與菌絲生長期間香菇太空包內氣體組成之變化. 國立中興大學園藝學研究所碩士論文。
9. 劉富文. 1995. 園產品採後處理及貯藏技術. 台灣青果合作社.台北。
10.Ana, S., G. F. Elena, and Vanesa, T. 2005. The sensory and microbiological quality of fresh sliced mushroom (*Agaricus bisporus* L.) packaged in modified atmospheres. Int. J. Food Sci. Technol. 40:943-952.
11.Antmann, G., G. Ares, P. Lema, and Lareo, C. 2008. Influence of modified atmosphere packaging on sensory quality of shiitake mushrooms. Postharvest Biol. Technol. 49:164-170.
12.Ares, G., C. Lareo, and Lema, P. 2007. Modified atmosphere packaging for postharvest storage of mushrooms. A review. Fresh Produce 1:32-40.
13.Ares, G., C. Parentelli, A. Gambaro, C. Lareo, and Lema, P. 2006. Sensory shelf life of shiitake mushrooms stored under passive modified atmosphere. Postharvest Bio. Technol. 41:191-197.
14.Barron, C., P. Varoquaux, S. Guilbert, N. Gontard, and Gouble, B. 2001. Modified

Atmosphere packaging of cultivated Mushroom (*Agaricus bisporus* L.) with hydrophilic films. J. Food Sci. 66:251-255.

15.Braaksma, A., D. J. Schaap, T. de Vrije, W. M. F. Jongen, and Woltering, E. J. 1994. Ageing of the mushroom (*Agaricus bisporus*) under postharvest conditions. Postharvest Biol. Technol. 4:99-110.

16.Burton, K. S., C. E. Frost, and Nichols, R. 1987. A combination of plastic permeable films system for controlling post-harvest mushroom quality. Biotechnol. Lett. 9:529-534.

17.Choi, M. H. and Kim, G. H. 2003. Quality changes in *Pleurotus ostreatus* during modified atmosphere storage as affected by temperatures and packaging material. Acta Hort. 628:357-362.

18.Eastwood, D. and Burton, K. 2002. Mushrooms – a matter of choice and spoiling oneself. Microbiology Today. 29:18-19.

19.Fonseca, S. C., A. R. Oliveira, and Brecht, J. K. 2002. Modeling respiration rate of fresh fruits and vegetables for modified atmosphere packages: a review. J. Food Eng. 52:99-119.

20.Gong, Y., K. Abe, and Chachin, K. 1993. Relation between endogenous ethyl alcohol and browning in shiitake (*Lentinus edodes* Sing.) mushroom during storage in polyethylene film bags. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi. 40:708-712.

21.Gormley, T. R. and MacCanna, C. 1967. Prepackaging and shelf life of mushrooms. Irish J. Agr. Res. 6:255-265.

22.Henze, J. 1989. Storage and transport of Pleurotus mushrooms in atmospheres with high CO_2 concentrations. Acta Hortic. 258:579-584.

23.Jayathunege, L. and Illeperuma, C. 2005. Extension of postharvest life of oyster mushroom by modified atmosphere packaging technique. J. Food Sci. 70:573-578.

24.Kader, A. A., D. Zagory, and Kerbel, E. L. 1989. Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 28: 1-30.

25.Kidd, F. and West, C. 1927. A relation between the concentration of oxygen and carbon dioxide in the atmosphere, rate of respiration, and length of storage of apples. p.41-42. Food Investment Board Report, London.

26.Kidd, F. and West, C. 1927. A relation between the respiratory activity and the keeping quality of apples. p.37-41. Rep. Food Investment Board Report, London.

27.Kim, D. M., H. H. Baek, H. H. Yoon, and Kim, K. H. 1989. Effect of CO_2 concentration in CA conditions on the quality of shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) during storage. Korean J. Food Sci. Technol. 21:461-467.

28.Lee, S. E., D. M. Kim, and Kim, K. H. 1991. Changes in quality of Shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) during modified atmosphere (MA) storage. J. Korean Soc. Food Nutri. 20:133-138.

29.Lopez-Briones, G., P. Varoquaux, C. Yves, J. Bouquant, G. Bureau, and Pascat, B. 1992. Storage of common mushroom under controlled atmospheres. Int. J. Food Sci. Technol. 27:493-505.

30.Martine, B., L. P. Gaelle, and Ronan, G. 2000. Post-harvest treatment with citric acid or hydrogen peroxide to extend the shelf life of fresh sliced mushrooms. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technology 33:285-289.

31.Minamide, T., T. Nishikawa, and Ogata, K. 1980. Influences of CO_2 and O_2 on the keeping freshness of shiitake (*Lentinus edodes* (Berk.) Sing.) after harvest. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi. 27:505-510.

32.Murr, D. P. and Morris, L. L. 1974. Influence of O_2 and CO_2 on O-diphenol oxidase activity in mushrooms. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99: 155-158.

33.Murr, D. P. and Morris, L. L. 1975. Effect of storage temperature on postharvest changes in mushrooms. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 100:16-19.

34.Nichols, R. and Hammond, J. B. W. 1973. Storage of mushrooms in pre-packs: the effect of changes in carbon dioxide and oxygen on quality. J. Food Sci. Agr. 24:1371-1381.

35.Parentelli, C., G. Ares, M. Corona, C. Lareo, A. Gambaro, M. Soubes, and Lema, P. 2007. Sensory and microbiological quality of shiitake mushrooms in modified atmosphere packages. J. Sci. Food Agri. 87:1645-1652.

36.Popa, M., M. Stanescu, A. Ilie, R. Dumitrescu, and Vraci, I. 1999. Some aspects regarding modified atmosphere packaging of mushrooms. In: Agri-Food Quality II. Quality Management of Fruits and Vegetables, Hagg M, Ahvenainen R, Evers AM, Tiilikkala K (eds), UK, pp 177-181.

37.Roy, S., R. C. Anantheswaran, and Beelman, R. B. 1995. Fresh mushroom quality as affected by modified atmosphere packaging. J. Food Science 60:334-340.

38.Sapata, M., A. Ramos, A. Ferreira, L. Andrada, and Candeias, M. 2009. Changes of quality of Pleurotus spp. carpophores in modified atmosphere packaging. Acta Sci. Pol., Technol. Aliment. 8:17-22.

39.Sáray, T., Cs. Balla, and Horti, K. 1994. The importance of packaging and modified atmosphere in maintaining the quality of cultivated mushrooms (*Agaricus bisporus*) stored in chill chain. Acta Hortic. 368:322-326.

40.Sveine, E., A. Klougart, and Rasmussen, C. R. 1967. Ways of prolonging the shelf-life of fresh mushrooms. Mushroom Sci. 6:463-474.

41.Tano, K., J. Arul, G. Doyon, and Castaigne, F. 1999. Atmospheric composition and quality of fresh mushrooms in modified atmosphere packages as affected by storage temperature abuse. J. Food Sci. 64:1073-1077.

42.Varoquaux, P., B. Gouble, C. Barron, and Yildiz, F. 1999. Respiratory parameters and sugar catabolism of mushroom (*Agaricus bisporus* Lange). Postharvest Biol. Technol. 16:51-61.

43.Villaescusa, R. and Gil, M. I. 2003. Quality improvement of Pleurotus mushrooms by modified atmosphere packaging and moisture absorbers. Postharvest Bio. Technol. 28:169-179.

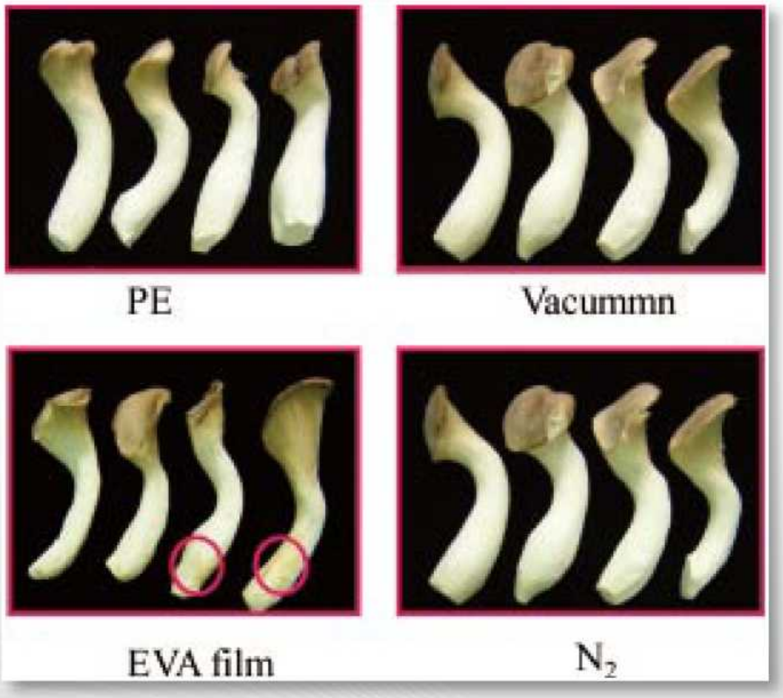

圖1、杏鮑菇不同包裝處理對品質之影響

Postharvest Preservation Technology of Fresh Mushroom

Huey-Ling LIN[1,*]

[1] National Chung-Shing University

[*] Corresponding author: hllin@dragon.nchu.edu.tw

Abstract

Mushrooms are generally characterized as very perishable, with high respiration and metabolism. The shelf life is limited to 1 day at ambient temperature. The factors affecting mushroom storage life include temperature, relative humidity, gas composition, harvest maturity and disease of fruit body. The main losses of mushroom are weight loss, cap opening, mycelium re-growth, scald and browning. The aim of the present work was to establish the preserving technology of king oyster mushroom. Like as modified atmospheres, generated by using different packaging films, on the quality of king oyster mushrooms were evaluated. The results show, that the optimal storage temperature is 1°C and mushroom is must be package in 0.09mm polyethylene bag which could prolong storage life to 42 days. The package method decrease weight loss, browning rate, and total phenolic compound compared to commercial EVA packaging film has only 14 day storage life.

Key words: King oyster mushroom, package method, shelf life